

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«КУБАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
Факультет химии и высоких технологий

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе, качеству  
образования – первый проректор

Хагуров Т. А.

подпись

"29" мая 2020 г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

**Б1.В.ДВ.03.01 ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКАЯ ЭНЕРГЕТИКА**

Направление подготовки	<u>04.03.01 Химия</u>
Направленность (профиль)	<u>физическая химия</u>
Форма обучения	<u>очная</u>
Квалификация выпускника	<u>бакалавр</u>

Краснодар 2020

Рабочая программа дисциплины «Электрохимическая энергетика» разработана в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 04.03.01 Химия (уровень бакалавриата) и учебным планом основной образовательной программы по направлению подготовки 04.03.01 Химия, профиль Физическая химия.

**Рабочую программу составили:**

С.А. Шкирская, доцент кафедры  
физической химии, канд. хим. наук



Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры физической химии протокол № 10 от «15» мая 2020 г.

Заведующий кафедрой физической химии  
д-р хим. наук, профессор Заболоцкий В.И.



Утверждена на заседании учебно-методической комиссии факультета химии и высоких технологий протокол № 5 от «25» мая 2020 г.

Председатель УМК факультета Беспалов А.В.



**Эксперты:**

Петров Н.Н., канд. хим. наук, генеральный директор ООО «Интеллектуальные композиционные решения»

Цюпко Т.Г. д-р хим. наук, проф., профессор кафедры аналитической химии ФГБОУ ВО «Кубанский государственный университет»

## 1 Цели и задачи изучения дисциплины

### 1.1 Цель дисциплины

Формирование знаний об основных видах электрохимических источников тока и процессах, протекающих в электрохимических накопителях энергии, включая топливные элементы

### 1.2 Задачи дисциплины

- ознакомить с основными видами электрохимических источников тока и с основными конструкционными частями ячейки топливного элемента;
- овладеть знанием процессов, протекающих при работе топливных элементов, электрохимических генераторов;
- научить проведению электрохимических измерений в электрохимических источниках тока с использованием современных технических средств.

### 1.3 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Электрохимическая энергетика» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений Блока 1 "Дисциплины (модули)" рабочего учебного плана программы бакалавриата профиль «Физическая химия» по направлению подготовки 04.03.01 Химия. В рамках данной дисциплины у студентов формируют знания, умения и навыки, которые будут закреплены в ходе прохождения производственной практики, что обеспечит формирование компетенций, необходимых для успешной научно-исследовательской деятельности выпускников.

### 1.4 Требования к результатам освоения содержания дисциплины

Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся профессиональной компетенции: способен осуществлять поиск и первичную обработку научной и научно-технической информации по предложенной теме (ПК-5).

№ п.п.	Индекс компетенции	Содержание компетенции (или её части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны		
			знает	умеет	владеет
1.	ПК-5	способен осуществлять поиск и первичную обработку научной и научно-технической информации по предложенной теме	электронные ресурсы и базы данных научной информации	осуществлять поиск и первичную обработку научной и научно-технической информации в области электрохимической энергетике	навыками поиска научной и научно-технической информации в области электрохимической энергетике, включая международные базы данных

## 2. Структура и содержание дисциплины

### 2.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 3 зач. ед. (108 часов), их распределение по видам работ представлено в таблице.

Вид учебной работы		Всего часов	Семестры (часы)
			3
<b>Контактная работа, в том числе:</b>		<b>34,2</b>	<b>34,2</b>
<b>Аудиторные занятия (всего):</b>		<b>30</b>	<b>30</b>
Занятия лекционного типа		10	10
Лабораторные занятия		20	20
Занятия семинарского типа (семинары, практические занятия)		-	-
<b>Иная контактная работа:</b>			
Контроль самостоятельной работы (КСР)		4	4
Промежуточная аттестация (ИКР)		0,2	0,2
<b>Самостоятельная работа, в том числе:</b>		<b>73,8</b>	<b>73,8</b>
Подготовка к текущему контролю		33,8	33,8
Подготовка к практическим занятиям		40	40
<b>Контроль:</b>		<b>-</b>	<b>-</b>
<b>Общая трудоемкость</b>		<b>108</b>	<b>108</b>
	час.	<b>108</b>	<b>108</b>
	<b>в том числе контактная работа</b>	<b>34,2</b>	<b>34,2</b>
	зач. ед	<b>3</b>	<b>3</b>

## 2.2 Структура дисциплины

№	Наименование разделов	Количество часов				
		Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа
			Л	ПЗ	ЛР	
1	2	3	4	5	6	7
1.	Введение. От Вольтова столба к топливным элементам. Общие понятия об электрохимических генераторах, их классификация	22	4		8	10
2.	Ионные проводники и их электрохимические характеристики	16	2		4	10
3.	Термодинамика и кинетика электрохимических процессов в электрохимических генераторах	16	2		4	10
4.	Требования, предъявляемые к основным конструкционным частям ячейки топливного элемента	16	2		4	10
<i>Итого по разделам дисциплины:</i>						
	Контроль самостоятельной работы (КСР)	4				
	Промежуточная аттестация (ИКР)	0,2				
	Подготовка к текущему контролю	33,8				33,8
	Общая трудоемкость по дисциплине	108	10		20	73,8

## 2.3 Содержание разделов (тем) дисциплины:

### 2.3.1 Занятия лекционного типа

№	Наименование раздела (темы)	Содержание раздела	Форма текущего контроля
1	2	3	4
1.	Введение. От Вольтова столба к топливным элементам. Общие понятия об электрохимических генераторах, их классификация	Введение. История открытия и развития науки об электричестве. Общие понятия об электрохимических генераторах, их классификация	Устный опрос
2.	Ионные проводники и их электрохимические характеристики	Ионные проводники и их электрохимические характеристики	Самостоятельная работа
3.	Термодинамика и кинетика электрохимических процессов в электрохимических генераторах	Термодинамика и кинетика электрохимических процессов в электрохимических генераторах	Самостоятельная работа
4.	Требования, предъявляемые к основным конструкционным частям ячейки топливного элемента	Требования, предъявляемые к основным конструкционным частям ячейки топливного элемента	Устный опрос

### 2.3.2 Занятия семинарского типа

Занятия семинарского типа не предусмотрены учебным планом.

### 2.3.3 Лабораторные занятия

№	Наименование лабораторных работ	Форма текущего контроля
1	2	3
1.	Химические источники тока. Измерение электродных потенциалов гальванических элементов	Защита лабораторной работы
2.	Определение протонной проводимости ионообменной мембраны на основании измерения сопротивления мембранно-электродного блока	Защита лабораторной работы
3.	Определение изменений термодинамических параметров гальванического элемента	Защита лабораторной работы
4.	Измерение электрохимических характеристик мембранно-элек-	Защита лабораторной работы

	тродного блока топливного элемента с протонпроводящей мембраной	
5.	Изучение основных конструкционных частей ячейки топливного элемента и процессов, протекающих в ТЭ	Защита лабораторной работы

### 2.3.4 Примерная тематика курсовых работ (проектов)

Курсовые работы (проекты) учебным планом не предусмотрены

### 2.4 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

№	Вид СРС	Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины по выполнению самостоятельной работы
1	2	3
1.	Подготовка отчета по лабораторной работе	1. Методические рекомендации к организации аудиторной и внеаудиторной (самостоятельной) работы студентов: методические указания / сост. Т.П. Стороженко, Т.Б. Починок, А.В. Беспалов, Н.В. Лоза. – Краснодар: Кубанский гос. ун-т, 2018. 89 с.
2.	Подготовка к устному опросу	1. Методические рекомендации к организации аудиторной и внеаудиторной (самостоятельной) работы студентов: методические указания / сост. Т.П. Стороженко, Т.Б. Починок, А.В. Беспалов, Н.В. Лоза. – Краснодар: Кубанский гос. ун-т, 2018. 89 с. 2. Мембранная электрохимия / Н. А. Кононенко, О. А. Демина, Н. В. Лоза, И.В. Фалина, С.А. Шкирская. Краснодар: Кубанский гос. ун-т, 2017. - 290 с. 3. Современные химические источники тока [Электронный ресурс]: учеб. пособие / О. А. Козадеров, А. В. Введенский. - 2-е изд., стер. - Санкт-Петербург: Лань, 2017. - 132 с. - <a href="https://e.lanbook.com/book/90858">https://e.lanbook.com/book/90858</a> .
3.	Подготовка к самостоятельной работе	1. Методические рекомендации к организации аудиторной и внеаудиторной (самостоятельной) работы студентов: методические указания / сост. Т.П. Стороженко, Т.Б. Починок, А.В. Беспалов, Н.В. Лоза. – Краснодар: Кубанский гос. ун-т, 2018. 89 с. 2. Мембранная электрохимия / Н. А. Кононенко, О. А. Демина, Н. В. Лоза, И.В. Фалина, С.А. Шкирская. Краснодар: Кубанский гос. ун-т, 2017. - 290 с. 3. Современные химические источники тока [Электронный ресурс]: учеб. пособие / О. А. Козадеров, А. В. Введенский. - 2-е изд., стер. - Санкт-Петербург: Лань, 2017. - 132 с. - <a href="https://e.lanbook.com/book/90858">https://e.lanbook.com/book/90858</a> .
4.	Подготовка к зачету	1. Методические рекомендации к организации аудиторной и внеаудиторной (самостоятельной) работы студентов: методические указания / сост. Т.П. Стороженко, Т.Б. Починок, А.В. Беспалов, Н.В. Лоза. – Краснодар: Кубанский гос. ун-т, 2018. 89 с. 2. Мембранная электрохимия / Н. А. Кононенко, О. А. Демина, Н. В. Лоза, И.В. Фалина, С.А. Шкирская. Краснодар: Кубанский гос. ун-т, 2017. - 290 с.

	<p>3. Современные химические источники тока [Электронный ресурс]: учеб. пособие / О. А. Козадеров, А. В. Введенский. - 2-е изд., стер. - Санкт-Петербург: Лань, 2017. - 132 с. - <a href="https://e.lanbook.com/book/90858">https://e.lanbook.com/book/90858</a>.</p>
--	---

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа,

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа,

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

### 3. Образовательные технологии

Для формирования компетенций в процессе освоения курса используется технология профессионально-развивающего обучения, предусматривающая не только передачу теоретического материала, но и стимулирование познавательных действий студентов.

Создание в учебной деятельности проблемных ситуаций и организация активной самостоятельной деятельности обучающихся по их разрешению приводит к творческому овладению знаниями, умениями, навыками, развитию мыслительных способностей. Работа с электронными базами данных, подготовка рефератов и защита в форме доклада на семинаре, включающая ответы на вопросы и/или дискуссию, индивидуальных заданий, дискуссии по обсуждаемым вопросам.

Мультимедийные презентации по теме занятия. Доклады студентов с мультимедийной презентацией по рефератам. Дискуссии по теме занятия. Устный опрос.

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья предусмотрена организация консультаций с использованием электронной почты.

### 4. Оценочные и методические материалы

#### 4.1 Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации

*Текущий контроль знаний* осуществляется на лекционных занятиях в виде устного опроса, обсуждения дискуссионных вопросов, в том числе по докладам, рефератам и индивидуальным заданиям студентов. Письменный контроль осуществляется в виде проверки самостоятельных работ студентов. Одной из форм контроля формирования необходимых компетенций является устная защита лабораторных работ.

Оценочные средства для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья выбираются с учетом их индивидуальных психофизических особенностей.

- при необходимости инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на экзамене;
- при проведении процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предусматривается использование технических средств, необходимых им в связи с их индивидуальными особенностями;

– при необходимости для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения по дисциплине может проводиться в несколько этапов.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине (модулю) предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

### Структура оценочных средств для текущей и промежуточной аттестации

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины*	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства	
			Текущий контроль	Промежуточная аттестация
1	Введение. От Вольтова столба к топливным элементам. Общие понятия об электрохимических генераторах, их классификация	ПК-5	Устный опрос. Защита лабораторной работы	<i>Вопросы для подготовки к зачету № 1-4, 9, 12, 14</i>
2	Ионные проводники и их электрохимические характеристики	ПК-5	Самостоятельная работа. Защита лабораторной работы	<i>Вопросы для подготовки к зачету № 7, 8</i>
3	Термодинамика и кинетика электрохимических процессов в электрохимических генераторах	ПК-5	Самостоятельная работа. Защита лабораторной работы	<i>Вопросы для подготовки к зачету № 3, 5, 6, 15</i>
4	Требования, предъявляемые к основным конструкционным частям ячейки топливного элемента	ПК-5	Устный опрос. Защита лабораторной работы	<i>Вопросы для подготовки к зачету № 10, 11, 13</i>

### Показатели, критерии и шкала оценки сформированных компетенций

Код и наименование компетенций	Соответствие уровней освоения компетенции планируемым результатам обучения и критериям их оценивания		
	пороговый	базовый	продвинутый
	Оценка		
	Удовлетворительно / зачтено	Хорошо / зачтено	Отлично / зачтено



ПК-5	<i>Знает</i> электронные ресурсы и базы данных научной информации;	<i>Знает</i> электронные ресурсы и базы данных научной информации;	<i>Знает</i> электронные ресурсы и базы данных научной информации;
	<i>Умеет</i> осуществлять поиск и первичную обработку научной и научно-технической информации в области электрохимической энергетики, но с погрешностями;	<i>Умеет</i> осуществлять поиск и первичную обработку научной и научно-технической информации в области электрохимической энергетики;	<i>Умеет</i> осуществлять поиск и первичную обработку научной и научно-технической информации в области электрохимической энергетики;
	<i>Владеет</i> основными навыками поиска научной и научно-технической информации в области электрохимической энергетики, но только с указаниями преподавателя	<i>Владеет</i> основными навыками поиска научной и научно-технической информации в области электрохимической энергетики	<i>Владеет</i> навыками поиска научной и научно-технической информации в области электрохимической энергетики, включая международные базы данных

**Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы**

**Вопросы к устному опросу по теме «От Вольтова столба к топливным элементам.**

**Общие понятия об электрохимических генераторах, их классификация»**

***Перечень компетенций, проверяемых оценочным средством:***

ПК-5 - способен осуществлять поиск и первичную обработку научной и научно-технической информации в области электрохимической энергетики

1. Классификация химических источников тока по принципу работы.
2. Примеры электрохимических систем и токообразующие процессы каждой группы химических источников тока.
3. Классификация ХИТ по активному веществу отрицательного (положительного) электрода. Примеры электрохимических систем и токообразующие процессы каждой группы ХИТ.
4. Отличаются ли разрядные реакции на отрицательных (положительных) электродах в каждой группе источников тока?
5. Классификация электрохимических источников тока по типу используемого электролита. Примеры электрохимических систем и токообразующие процессы каждой группы источников тока.
6. Электроды химических источников тока. Назначение добавок, вводимых в электрод.

7. Характеристика окислителей и восстановителей, используемых в источниках тока, их основные показатели.
8. Требования, предъявляемые к электролитам, используемых в источниках тока. Виды электролитов.

**Вопросы к устному опросу по теме «Требования, предъявляемые к основным конструкционным частям ячейки топливного элемента»**

**Перечень компетенций, проверяемых оценочным средством:**

ПК-5 - способен осуществлять поиск и первичную обработку научной и научно-технической информации в области электрохимической энергетики

1. Требования, предъявляемые к электролиту в твёрдополимерном кислородно-водородном топливном элементе.
2. Требования, предъявляемые к биполярным пластинам в твёрдополимерном кислородно-водородном топливном элементе.
3. Требования, предъявляемые к электродам в твёрдополимерном кислородно-водородном топливном элементе.
4. Требования, предъявляемые к мембране в твёрдополимерном кислородно-водородном топливном элементе.
5. Типы газовых каналов на биполярных пластинах
6. Требования, предъявляемые к каталитическому слою в твёрдополимерном кислородно-водородном топливном элементе.
7. Для чего используют мембраны, модифицированные наночастицами платины в низкотемпературном твёрдополимерном топливном элементе?
8. Требования, предъявляемые к топливу в твёрдополимерном кислородно-водородном топливном элементе.
9. Что означают проблемы "водного менеджмента" в твёрдополимерном кислородно-водородном топливном элементе?

**Самостоятельная работа по теме «Ионные проводники и их электрохимические характеристики»**

**Перечень компетенций, проверяемых оценочным средством:**

ПК-5 - способен осуществлять поиск и первичную обработку научной и научно-технической информации в области электрохимической энергетики

**Вариант 1**

1. Требования, предъявляемые к электролиту в твёрдополимерном кислородно-водородном топливном элементе.
2. Записать схему концентрационного гальванического элемента (металл – цинк), записать уравнения катодного и анодного процессов, рассчитать ЭДС при концентрациях катионов цинка 0,1 моль/л и 0,2 моль/л соответственно.

**Самостоятельная работа по теме «Термодинамика электрохимических процессов в электрохимических генераторах»**

**Перечень компетенций, проверяемых оценочным средством:**

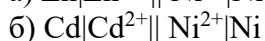
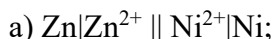
ПК-5 - способен осуществлять поиск и первичную обработку научной и научно-технической информации в области электрохимической энергетики

**Вариант 1**

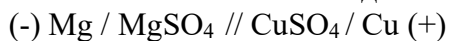
1. Составьте схему гальванического элемента из магния и свинца, погруженных в растворы их солей с концентрацией ионов:  
[Mg<sup>2+</sup>] = 0,001 моль/л, [Pb<sup>2+</sup>] = 1 моль/л. Напишите уравнения реакций, протекающих на

катоде и аноде. Рассчитайте стандартную ЭДС этого элемента.

2. На основании стандартных электродных потенциалов определите, какой из следующих гальванических элементов имеет наибольшую ЭДС:



3. Вычислите значение э.д.с. гальванического элемента:



Напишите процессы на аноде и катоде, реакцию, генерирующую ток, и определите в кДж энергию химической реакции, превращающуюся в электрическую.

### Тематика лабораторных работ

#### Перечень компетенций, проверяемых оценочным средством:

ПК-5 - способен осуществлять поиск и первичную обработку научной и научно-технической информации в области электрохимической энергетики

1. Химические источники тока. Измерение электродных потенциалов гальванических элементов
2. Определение протонной проводимости ионообменной мембраны на основании измерения сопротивления мембранно-электродного блока
3. Определение изменений термодинамических параметров гальванического элемента
4. Измерение электрохимических характеристик мембранно-электродного блока топливного элемента с протонпроводящей мембраной
5. Изучение основных конструктивных частей ячейки топливного элемента и процессов, протекающих в ТЭ

#### Вопросы для подготовки к зачету

1. Классификация электрохимических генераторов
2. Основные электрохимические процессы в топливных элементах.
3. Термодинамика электрохимических генераторов. Равновесные процессы, расчет ЭДС и энтропии.
4. Электрические характеристики электрохимических генераторов.
5. Электрохимическая кинетика и электрокатализ.
6. Макрокинетика в пористых электродах. Диффузионная поляризация.
7. Топливные элементы с ион-полимерными мембранами. Электрическая проводимость и диффузионная проницаемость ион-полимерных и гибридных мембран.
8. Вольтамперные характеристики и числа переноса ионных проводников. Особенности переноса ионов и воды в электрохимических генераторах с твердым электролитом.
9. Тепловые процессы в электрохимических генераторах тока.
10. Кислородно-водородные топливные элементы.
11. Топливные элементы с основным и кислотным электролитом.
12. Металлоксидные электрохимические генераторы.
13. Биохимические топливные элементы и другие альтернативные электрохимические генераторы
14. Системы питания реагентами и удаление воды в электрохимических генераторах.
15. Электролиз воды и электрохимическая конверсия топлива.

#### 4.2 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний,

**умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.**

**Критерии оценивания устного ответа:**

1. Знание фактического материала, усвоение общих представлений, понятий по изучаемой теме, а также по изучаемой дисциплине;
2. Умение грамотно, чётко и логично ответить на вопрос;
3. Логичность и последовательность изложения материала, достоверность примеров, способность к обобщению.

Каждый пункт оценивается в баллах от 0 до 3, таким образом, максимальная сумма баллов, которую может набрать студент, составляет 9 баллов. Затем баллы конвертируются в оценку по пятибалльной шкале:

Оценка	2	3	4	5
Кол-во баллов	4 и менее	5-6	7-8	9

**Методические рекомендации определяющие процедуры оценивания самостоятельной работы по теме «Ионные проводники и их электрохимические характеристики»:**

Компонентом текущего контроля является самостоятельная работа по теме "Ионные проводники и их электрохимические характеристики". Письменные ответы на вопросы предусматривают проверку знаний и навыков, формируемых при изучении дисциплины. На самостоятельной работе каждому студенту дается 1 вариант, который включает 2 вопроса. За каждый правильный ответ студент получает 4 балла. Максимальное количество баллов, которое студенты могут получить за правильные ответы одного варианта самостоятельной работы, составляет 8 баллов. Затем баллы конвертируются в оценку по пятибалльной шкале:

Оценка	2	3	4	5
Сумма баллов	менее 4	4-5	6-7	8

**Методические рекомендации определяющие процедуры оценивания самостоятельной работы по теме «Термодинамика электрохимических процессов в электрохимических генераторах»:**

Компонентом текущего контроля является самостоятельная работа в виде письменных ответов на вопросы, предусматривающих проверку знаний и навыков, формируемых при изучении дисциплины. На самостоятельной работе каждому студенту дается 1 вариант, который включает 3 вопроса. За каждый правильный ответ студент получает 3 балла. Максимальное количество баллов, которое студенты могут получить за правильные ответы одного варианта самостоятельной работы, составляет 9 баллов. Затем баллы конвертируются в оценку по пятибалльной шкале:

Оценка	2	3	4	5
Сумма баллов	менее 4	4-5	6-7	8-9

**Защита лабораторной работы**

Защита лабораторных работ происходит в виде собеседования с преподавателем с обязательной проверкой преподавателем лабораторного журнала студента. Для успешной защиты лабораторной работы студент должен предоставить лабораторный журнал, оформленный в соответствии с установленными требованиями: отметка о выполнении экспери-

ментальной части работы; необходимые расчеты согласно методическим указаниям к выполнению лабораторных работ с указанием размерностей полученных величин; графики и рисунки в соответствии с требованиями лабораторного практикума; вывод, который должен быть согласован с заявленными целями и/или задачами лабораторной работы. На основании полученных результатов студенты должны сформулировать и записать вывод, который должен быть согласован с заявленными целями и/или задачами лабораторной работы. Вывод должен содержать необходимую количественную информацию. В ходе устной беседы с преподавателем студент должен продемонстрировать знание целей и задач выполненной работы, законов, которые лежат в основе наблюдаемых в ходе работы явлений, продемонстрировать умение анализировать полученную информацию и делать на ее основе выводы. Беседа включает опрос по контрольным вопросам к лабораторной работе. В этом случае в лабораторном журнале на соответствующей работе ставится пометка «зачтено», роспись преподавателя, принявшего работу, и дата защиты работы. После этого лабораторная работа считается выполненной. Допускается защита лабораторных работ индивидуально или в составе малых групп обучающихся, совместно выполнявших данную работу.

### **Методические рекомендации к сдаче зачета**

Студенты обязаны сдать зачет в соответствии с расписанием и учебным планом. Зачет является формой контроля усвоения студентом учебной программы по дисциплине или ее части, выполнения практических, контрольных, реферативных работ.

Результат сдачи зачета по прослушанному курсу должны оцениваться как итог деятельности студента в семестре, а именно - по посещаемости лекций, результатам работы на практических занятиях, выполнения самостоятельной работы. При этом допускается на очной форме обучения пропуск не более 20% занятий, с обязательной отработкой пропущенных семинаров. Студенты у которых количество пропусков превышает установленную норму, не выполнившие все виды работ и неудовлетворительно работавшие в течение семестра, проходят собеседование с преподавателем, который опрашивает студента на предмет выявления знания основных положений дисциплины.

#### **Критерии оценки:**

- **оценка «зачтено»:** студент владеет теоретическими знаниями по данному разделу, знает основные понятия и определения по предмету, правильно отвечает на вопросы, допускает незначительные ошибки; студент умеет правильно объяснять материал, иллюстрируя его примерами.

- **оценка «не зачтено»:** материал не усвоен или усвоен частично, студент затрудняется привести примеры, довольно ограниченный объем знаний программного материала.

## **5. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)**

### **5.1 Основная литература:**

1. Мембранная электрохимия / Н. А. Кононенко, О. А. Демина, Н. В. Лоза, И.В. Фалина, С.А. Шкирская. Краснодар: Кубанский гос. ун-т, 2017. - 290 с.
2. Современные химические источники тока [Электронный ресурс] : учеб. пособие / О. А. Козадеров, А. В. Введенский. - 2-е изд., стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2017. - 132 с. - <https://e.lanbook.com/book/90858>.

### **5.2 Дополнительная литература:**

1. Сборник задач по термодинамике физико-химических процессов: в 2 т. Т.1 теория, Т.2 решение задач. И.М. Колесников, И.А. Семиохин, В.А. М.: Нефть и газ. 2009.
2. Современные электрохимические источники тока / Е. А. Нижниковский. - Москва : Радиотехника, 2015. - 294 с.

3. Дамаскин Б.Б., Петрий О.А., Цирлина Г.А. Электрохимия: учебное пособие для студентов, обучающихся по направлению подготовки «Химия». Спб.: Лань. 2015..  
<https://e.lanbook.com/book/58166#authors>

### **5.3. Периодические издания:**

Журнал «Электрохимия»

Журнал «Мембраны и мембранные технологии»

Для освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья имеются издания в электронном виде в электронно-библиотечных системах «Лань» и «Юрайт».

### **6. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)**

Успешное освоение дисциплины предполагает активное, творческое участие студента путем планомерной, повседневной работы.

#### **Общие рекомендации**

Изучение дисциплины следует начинать с проработки рабочей программы, особое внимание, уделяя целям и задачам, структуре и содержанию курса.

#### **Работа с конспектом лекций**

Просмотрите конспект сразу после занятий, отметьте материал конспекта лекций, который вызывает затруднения для понимания. Попытайтесь найти ответы на затруднительные вопросы, используя рекомендуемую литературу. Если самостоятельно не удалось разобраться в материале, сформулируйте вопросы и обратитесь за помощью к преподавателю на консультации или ближайшей лекции.

Регулярно отводите время для повторения пройденного материала, проверяя свои знания, умения и навыки по контрольным вопросам.

#### **Выполнение лабораторных работ**

На занятии получите у преподавателя график выполнения лабораторных работ. Получите все необходимое методическое обеспечение. Перед посещением лаборатории изучите теорию вопроса, предполагаемого к исследованию, ознакомьтесь с руководством по соответствующей работе и подготовьте протокол проведения работы, в который занесите:

- название работы;
- заготовки таблиц для заполнения экспериментальными данными наблюдений;
- уравнения химических реакций превращений, которые будут осуществлены при выполнении эксперимента;
- расчетные формулы.

Оформление отчетов должно проводиться после окончания работы в лаборатории. Для подготовки к защите отчета следует проанализировать экспериментальные результаты, сопоставить их с известными теоретическими положениями, справочными или литературными данными, обобщить результаты исследований в виде выводов по работе, подготовить ответы на вопросы, приводимые в методических указаниях к выполнению лабораторных работ.

В освоении дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья большое значение имеет индивидуальная учебная работа (консультации) – дополнительное разъяснение учебного материала.

Индивидуальные консультации по предмету являются важным фактором, способствующим индивидуализации обучения и установлению воспитательного контакта между преподавателем и обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья.

## 7. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

### 7.1 Перечень информационно-телекоммуникационных технологий

Проверка домашних заданий и консультирование посредством электронной почты;

### 7.2 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения

Microsoft Windows 8, 10.

Пакет Microsoft Office Professional Plus (программа для демонстрации и создания презентаций «Microsoft Power Point»; электронные таблицы «Microsoft Excel».).

Программное обеспечение для слабовидящих.

### 7.3 Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

1. Электронная библиотечная система издательства "Лань"
2. Научная электронная библиотека (НЭБ)
3. Электронная библиотечная система ВООК.ru
4. <http://elibrary.ru/> Научная электронная библиотека
5. [www.scopus.com](http://www.scopus.com) - Scopus (SciVerse Scopus) мультидисциплинарная библиографическая и реферативная база данных, созданная издательской корпорацией Elsevier.
6. <http://cyberleninka.ru/about> – Научная библиотека открытого доступа «КиберЛенинка»
7. <http://www.sciencedirect.com> – полнотекстовая научная база данных международного издательства Elsevier.
8. <http://apps.webofknowledge.com/> - мультидисциплинарная реферативно-библиографическая база данных Института научной информации США (Institute for Scientific Information, ISI), представленная на платформе Web of Knowledge компании Thompson Reuters.
9. <http://минобрнауки.рф> – Министерство образования и науки Российской Федерации

## 8. Материально-техническое обеспечение по дисциплине (модулю)

Для проведения лекционных занятий используется мультимедийный проектор и ноутбук. Лабораторные занятия проводятся в химической лаборатории, снабженной как общелабораторным (химическая посуда, реактивы), так и специализированным оборудованием, необходимым для проведения отдельной лабораторной работы.

№	Вид работ	Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля) и оснащенность
1.	Лекционные занятия	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа – ауд. 332, 328 корп. С (улица Ставропольская, 149). Лекционная аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) и соответствующим программным обеспечением (ПО)
2.	Лабораторные занятия	Лаборатория, укомплектованная специализированной мебелью, лабораторной посудой и оборудованием ауд. 345, корп. С (улица Ставропольская, 149): потенциостат AUTOLAB PGSTAT302 – 1 шт, генератор водорода лабораторный – 1 шт, ванна ультразвуковая лабораторная – 1 шт, ячейка для испытания мембранно-электрод-

		ных блоков – 1 шт, весы лабораторные – 1 шт, весы аналитические – 2 шт, термостат воздушный – 1 шт, иономер-рН-метр – 3 шт, измеритель иммитанса Е7-21 – 4 шт, источник тока импульсный Б5-50 – 2 шт, кондуктометр – 1 шт, измеритель импеданса Tesla BM 507 – 1 шт, мультиметры универсальные настольные – 3 шт, шейкер лабораторный – 2шт; ПК-3 шт.
3.	Самостоятельная работа	Кабинет для самостоятельной работы, оснащенный компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет», программой экранного увеличения и обеспеченный доступом в электронную информационно-образовательную среду университета - ауд. 329, корп. С (улица Ставропольская, 149)